

FRONT SUSPENSION STRUCTURE

Publication number: JP2002362123

Publication date: 2002-12-18

Inventor: HAYASHI HIROYUKI; NAKAMURA ATSUSHI; HARADA HIROTAKE

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- international: **B60G3/20; B60G21/055; B60G3/18; B60G21/00; (IPC1-7): B60G3/20; B60G21/055**

- european:

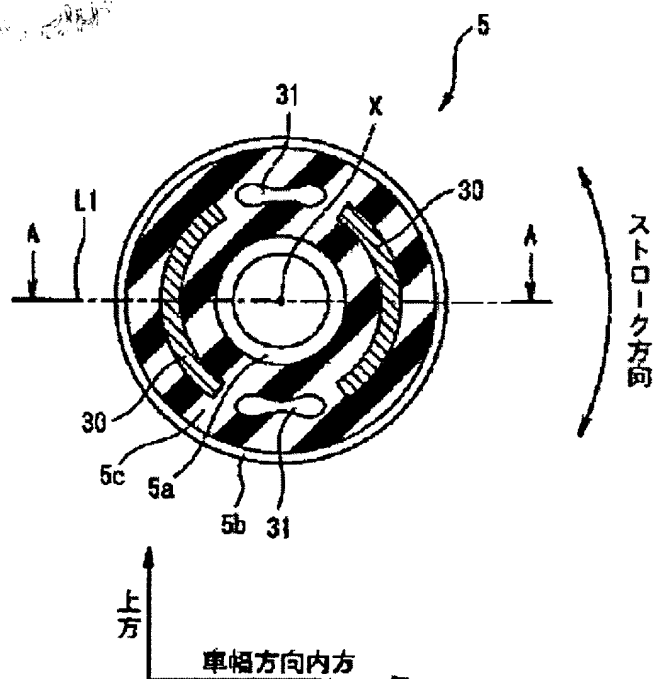
Application number: JP20010167414 20010601

Priority number(s): JP20010167414 20010601

Report a data error here

Abstract of JP2002362123

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a front suspension structure capable of maintaining required steering restoring property during steering while improving riding comfort. **SOLUTION:** A knuckle spindle 4 and a body side member are connected together via a transverse link 1 and a compression rod 2. A rubber material 5c of an elastic bush 5 provided in a body side mounting portion of the transverse link 1 contains intermediate plates 30 mounted therein in a direction L1 of the link axis of the transverse link 1 and hollows 31 formed therein at upper and lower positions.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-362123

(P2002-362123A)

(43) 公開日 平成14年12月18日 (2002. 12. 18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 G 3/20
21/055

B 6 0 G 3/20
21/055

3 D 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-167414(P2001-167414)

(22) 出願日 平成13年6月1日(2001. 6. 1)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 林 裕之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 中村 篤史

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

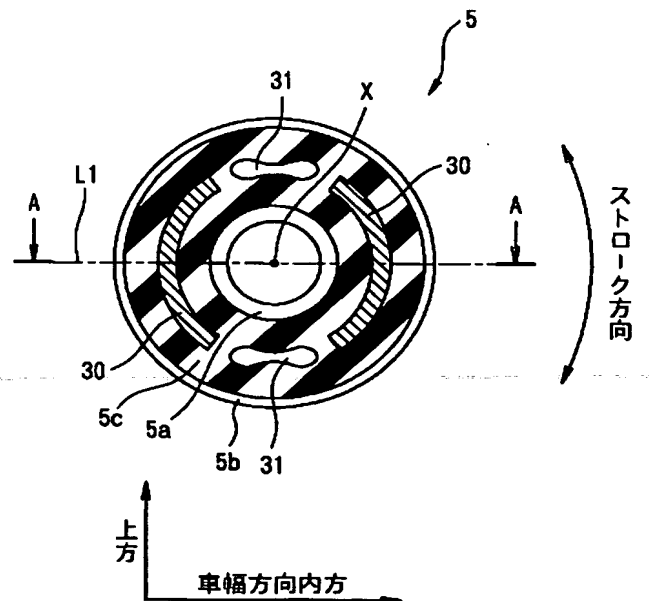
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロントサスペンション構造

(57) 【要約】

【課題】 乗り心地を向上させつつ、転舵の際に所要の操舵復元性を確保可能なフロントサスペンション構造を提供する。

【解決手段】 ナックルスピンドル4と車体側部材とが、トランスバースリンク1及びコンプレッションロッド2によって連結される。トランスバースリンク1の車体側取付け部に設けられる弾性ブッシュ5のゴム材5cには、トランスバースリンク1のリンク軸線方向L1に中間板30が介装されると共に、上下方向の位置にスグリ31が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 転舵輪を回転自在に支持する車輪支持部材に対し2本のロアリンクの車輪側端部がそれぞれ個別のボールジョイントを介して連結し、上記2本のロアリンクのうちの一本は、車幅方向に延びる横方向リンクであって、その横方向リンクの車体側端部を、弾性ブッシュを介して車体側部材に連結するフロントサスペンション構造において、
上記弾性ブッシュは、上記横方向リンクのリンク軸線方向の剛性が上下方向の剛性よりも高いことを特徴とするフロントサスペンション構造。

【請求項2】 上記弾性ブッシュは、軸を車両前後方向に向けると共に、当該弾性ブッシュの弾性部材の軸を挟んだ上下方向位置の少なくと一方にスグりを設けたことを特徴とする請求項1に記載したフロントサスペンション構造。

【請求項3】 上記弾性ブッシュは、軸を車両前後方向に向けると共に、当該弾性ブッシュの弾性部材に対し、上記横方向リンクのリンク軸線が通過する位置に、上記弾性部材よりも剛性が大きい剛性部材を介装したことを特徴とする請求項2又は請求項3に記載したフロントサスペンション構造。

【請求項4】 軸を上下に向けたサスペンションスプリングの下部が上記横方向リンクに支持されることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載したフロントサスペンション構造。

【請求項5】 車幅方向からみて、上記横方向リンクがホイールセンタよりも車両前後方向前方に位置することを特徴とする請求項4に記載したフロントサスペンション構造。

【請求項6】 左右輪のサスペンションリンク間を連結するスタビライザを有し、そのスタビライザの端部を、軸を上下方向に向けたコンロッドを介して、上記横方向リンクに連結したことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載したフロントサスペンション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2本のロアリンクの車輪側端部が車輪支持部材に対しそれぞれボールジョイントを介して連結したダブルピボット形式のサスペンション構造であって、上記2本のうちの一方が、主として車幅方向の荷重を受ける横方向リンクであるフロントサスペンション構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のフロントサスペンション構造としては、例えば特開平8-156545号公報などに記載されるダブルピボット形式のサスペンション構造がある。この種のサスペンション構造では、例えば、車輪を回転自在に支持するナックルスピンドル下部と車体側部材（サスペンションメンバなど）との間を、2本のロア

リンクによって連結している。該2本のロアリンクは、主に横方向荷重を受け持つトランスバースリンクと、主に車両前後方向荷重を受け持つコンプレッションロッド（前後方向リンク）とから構成される。そして、上記2本のロアリンクの車輪側端部が、それぞれ個別のボールジョイントを介して上記ナックルスピンドルに連結することで、ダブルピボット構造を実現している。

【0003】また、上記トランスバースリンクは、車両前後方向に延在し、その車体側端部が弾性ブッシュを介して車体側部材に連結することで、上下方向に揺動可能となっている。ここで、上記弾性ブッシュは、通常、軸を車両前後方向（トランスバースリンクのリンク軸線に直交する方向）に配置される。なお、弾性ブッシュは、内筒と外筒との間にゴム材などからなる筒状の弾性部材が介装されて構成され、一般には、径方向の剛性は、全周に亘って均一となっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここで、乗り心地の向上やロードノイズの低減という観点からは、上記トランスバースリンクのストローク方向や上下方向の剛性を下げることが望ましい。つまり、上記弾性ブッシュの剛性は、低いことが望ましい。しかしながら、転舵によるトランスバースリンクの揺動に伴い、上記弾性ブッシュにはこじり変形が入力されるため、当該弾性ブッシュの剛性が低いとステアリングホイールの復元性が若干悪くなるという問題がある。また、上記弾性ブッシュの剛性を低くすると、ヒステリシスも大きくなるため、転舵時の操舵感にも悪影響を与える。さらに、トランスバースリンクの弾性ブッシュは、サスペンションの横剛性に寄与するため、上記弾性ブッシュの剛性が低いとサスペンションの横剛性が低下し、操縦安定性が悪化するという問題がある。

【0005】本発明は、上記のような点に着目してなされたもので、乗り心地を向上させつつ、転舵の際に所要の操舵復元性を確保可能なフロントサスペンション構造を提供することを課題としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明のうち請求項1に記載した発明は、転舵輪を回転自在に支持する車輪支持部材に対し2本のロアリンクの車輪側端部がそれぞれ個別のボールジョイントを介して連結し、上記2本のロアリンクのうちの一本は、車幅方向に延びる横方向リンクであって、その横方向リンクの車体側端部を、弾性ブッシュを介して車体側部材に連結するフロントサスペンション構造において、上記弾性ブッシュは、上記横方向リンクのリンク軸線方向の剛性が上下方向の剛性よりも高いことを特徴とするものである。

【0007】次に、請求項2に記載した発明は、請求項1に記載した構成に対し、上記弾性ブッシュは、軸を車

両前後方向に向けると共に、当該弾性ブッシュの弾性部材の軸を挟んだ上下方向位置の少なくとも一方にスグりを設けたことを特徴とするものである。次に、請求項3に記載した発明は、請求項2又は請求項3に記載した構成に対し、上記弾性ブッシュは、軸を車両前後方向に向けると共に、当該弾性ブッシュの弾性部材に対し、上記横方向リンクのリンク軸線が通過する位置に、上記弾性部材よりも剛性が大きい剛性部材を介装したことを特徴とするものである。

【0008】次に、請求項4に記載した発明は、請求項1～請求項3のいずれかに記載した構成に対し、軸を上下に向けたサスペンションスプリングの下部が上記横方向リンクに支持されることを特徴とするものである。次に、請求項5に記載した発明は、請求項4に記載した構成に対し、車幅方向からみて、上記横方向リンクがホイールセンタよりも車両前後方向前方に位置することを特徴とするものである。

【0009】次に、請求項6に記載した発明は、請求項1～請求項5のいずれかに記載した構成に対し、左右輪のサスペンションリンク間を連結するスタビライザを有し、そのスタビライザの端部を、軸を上下方向に向けたコンロッドを介して、上記横方向リンクに連結したことを特徴とするものである。

【0010】

【発明の効果】請求項1に係る発明にあっては、横方向リンクと車体側部材とを連結する弾性ブッシュについて、横方向リンクのリンク軸線方向の剛性を、上下方向の剛性よりも高く設定することで、当該弾性ブッシュの各剛性について、トランスバースリンクのストローク方向、上下方向、及び車両前後方向の剛性を下げつつ、トランスバースリンクのリンク軸方向（車幅方向若しくは略車幅方向）、及び転舵時のこじり方向の剛性を高くすることができる。

【0011】これによって、上記弾性ブッシュに関し、車輪がバウンド・リバウンドする際の乗り心地とロードノイズに対する防振性能を良好な状態に確保したまま、ステアリングホイールの復元性を向上させることができる。また、転舵時のこじり方向のヒステリシスを小さく抑えることができるため、操舵感を向上することができる。さらに、サスペンション横剛性を大きくすることができるため、操舵安定性を向上することが出来る。

【0012】このとき、請求項2に係る発明を採用すると、弾性ブッシュについて、軸を挟んだ上下方向位置にスグりを設けることで相対的に上下方向の剛性が低下する結果、材料費を増やすことなく、相対的にリンク軸線方向が上下方向よりも高く設定可能となる。また、請求項3に係る発明を採用すると、弾性ブッシュについて、リンク軸線方向位置に弾性部材よりも剛性の高い剛性部材を介装したことで、当該剛性部材を介装しない上下方向の剛性よりもリンク軸線方向の剛性を高く設定するこ

とができる。

【0013】また、請求項4に係る発明によれば、横方向リンクに対しサスペンションスプリングの下部を支持させることで、サスペンションスプリングから横方向リンクに対し下向きの力が作用する。そして、車輪転舵の際に、上記サスペンションスプリングからの力によって、横方向リンクの車体側取付け点が車両前後方向の一方に変位して、例えば車両制動時にアンダステア方向のモーメントを発生可能となる。

【0014】このとき、請求項5に係る発明を採用すれば、横方向リンクをホイールセンタよりも前側に配置することで、車両制動時にアンダステア方向のモーメントを発生可能となる。次に、その理由について説明する。旋回外輪の場合には、転舵につれて、車輪前側、つまり車輪支持部材の前側が車幅方向内側に引き込まれることで、車輪支持部材におけるホイールセンタよりも前側に連結している、横方向リンクの車輪側端部は、車両前後方向後方に変位する。これによって、横方向リンクに下部が支持されているサスペンションスプリングの下部も車両前後方向後方に変位して、当該サスペンションスプリングの軸が、車幅方向からみて、下側にいくにつれて車両前後方向後方に向かうように傾斜する。この結果、サスペンションスプリングから横方向リンクに作用する下向きの力に車両前後方向後方に向かう分力があるので、該分力によって、横方向リンクが車両前後方向後方に押される。このとき、横方向リンクの車輪側取付け点は、ボールジョイントで車輪支持部材と連結されているのに対し、車体側取付け点は弾性ブッシュで車体側部材に連結されているため、上記分力によって車体側取付け点が車両前後方向後方に変位して、横方向リンクのリンク軸線の車体側が車両前後方向後方に変位する。

【0015】これによって、制動時に作用する前後方向の力によって、横方向リンクが、車体側取付け点を中心として車両前後方向後方に向けて回動変位しても、車輪側取付け点の車幅方向内方への変位量（引き込み量）が、非転舵時に比べて小さくなる。すなわち、転舵状態で制動を掛けた時にトーアウト方向（アンダステア方向）のモーメントが発生する。

【0016】また、旋回内輪の場合には、転舵につれて、車輪前側、つまり車輪支持部材の前側が車幅方向外側に回動することで、車輪支持部材におけるホイールセンタよりも前側に連結している、横方向リンクの車輪側端部は、車両前後方向前方に変位する。これによって、横方向リンクに下部が支持されているサスペンションスプリングの下部も車両前後方向前方に変位して、当該サスペンションスプリングの軸が、車幅方向からみて、下側にいくにつれて車両前後方向前方に向かうように傾斜する。この結果、サスペンションスプリングから横方向リンクに作用する下向きの力に車両前後方向前方に向かう分力があるので、該分力によって、横方向リンクが車

両前後方向前方に押される。このとき、横方向リンクの車輪側取付け点は、ボールジョイントで車輪支持部材と連結されているのに対し、車体側取付け点は弾性ブッシュで車体側部材に連結されているため、上記分力によって車体側取付け点が車両前後方向前方に変位して、横方向リンクのリンク軸線の車体側が車両前後方向前方に変位する。

【0017】これによって、制動時に作用する前後方向の力によって、横方向リンクが、車体側取付け点を中心として車両前後方向後方に向けて回動変位しても、車輪側取付け点の車幅方向内方への変位量（引き込み量）が、非転舵時に比べて大きくなる。すなわち、転舵状態で制動を掛けた時にトーイン方向（アンダーステア方向）のモーメントが発生する。

【0018】すなわち、左右両輪とも、転舵状態で、制動による車両前後方向の力が作用するとアンダーステア方向のモーメントが発生して、転舵時における走行安定性が向上する。なお、横方向リンクの車輪側取付け点は、ボールジョイントのピボット点（回転中心）の位置であって、横方向リンクの車輪側端部の位置とは必ずしも一致しない。また、上記説明では、車両旋回を例に取っているが、路面の凹凸によって左右輪の一方が転舵した場合であっても同様である。

【0019】次に、請求項6に係る発明では、横方向リンクにスタビライザの端部を連結することで、車輪がバウンド・リバウンドする際に、コンロッドを通じてスタビライザの反力が横方向リンクに作用する。そして、車両旋回時において、上記スタビライザからの反力によって、横方向リンクの車体側取付け点が車両前後方向の一方に変位して、例えば車両制動時にアンダーステア方向のモーメントが発生可能となる。

【0020】すなわち、車両の旋回によって車輪がバウンド・リバウンドする、つまり、横方向リンクが上下方向にストロークすると、横方向リンクに連結したコンロッドも上下方向に揺動する。このとき、一般には、スタビライザの端部がコンロッドの上端部に連結すると共に、スタビライザの車体側取付け部への支持点も、上記コンロッドへの取付け点よりも車両前後方向前側に設定されているので、上記車輪のバウンド・リバウンドに伴い、スタビライザの端部、つまりコンロッドの上端部は、上記車体側取付け点を中心として上下方向に回動することから、内輪側及び外輪側の両方でともに、当該コンロッドの上端部は車両前後方向前方に引き込まれる。つまり、車輪がバウンドしてもリバウンドしてもコンロッドの上端部が車両前後方向前側に変位して、スタビライザの力を伝達するコンロッドの軸は、下側に向かうにつれて車両前後方向後方に向かうように傾く。

【0021】そして、車輪がバウンドした外輪側では、横方向リンクへのスタビライザの反力が下向きの力になって、上述のように後下がり方向の力として横方向リン

クに作用することで、横方向リンクの車輪側取付け点が車両前後方向後方に変位して、車両旋回時に制動が掛かった際に、トーアウト方向（アンダーステア方向）のモーメントが発生する。また、車輪がリバウンドした内輪では、横方向リンクへのスタビライザの反力が上向きの力となって、上述のように前上がり方向の力として横方向リンクに作用することで、横方向リンクの車輪側取付け点が車両前後方向前方に変位して、車両旋回時に制動が掛かった際に、トーイン方向（アンダーステア方向）のモーメントが発生する。すなわち、スタビライザ反力によって、旋回時に制動が掛かってもアンダーステア方向のモーメントが発生して走行安定性が向上する。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施形態に係るフロントサスペンション構造を説明するための概略斜視図である。本実施形態に係るフロントサスペンション構造のロアリンクは、図1に示されるように、車幅方向に延在して主に横荷重を受けるトランスバースリンク1と、そのトランスバースリンク1の車両前後方向後方に配置されると共に略車両前後方向に延在し主として車両前後方向荷重を受けるコンプレッションロッド2とから構成される。上記トランスバースリンク1が横方向リンクである。

【0023】トランスバースリンク1は、図2に示すように、その車輪側端部1aがボールジョイント3を介してナックルスピンドル4の下部に連結して、車幅方向に延び、車体側端部1bを、弾性ブッシュ5を介して車体側部材16に上下揺動可能に連結している。上記ナックルスピンドル4は、車輪を回転自在に支持する車輪支持部材を構成する。

【0024】上記ボールジョイント3によるトランスバースリンク1とナックルスピンドル4との連結構成は、上記図2に示すようになっている。すなわち、上方に開口したソケット部3aがナックルスピンドル4の下部に設けられ、そのソケット部3aに球状案内部3bが嵌め込まれている。そして、当該球状案内部3bから上方に突出して突出部を構成するネジ部3cが、トランスバースリンク1の車輪側端部1aが締結されている。

【0025】また、ソケット部3aと球状案内部3bとの間に埃が侵入することを防止する目的で、ソケット部3aの開口を覆うように、ネジ部3aの外周に筒状の弾性体からなるダストカバー19が設けられている。上記トランスバースリンク1を車体側部材に連結する弾性ブッシュ5は、図3及び図4に示すように、内筒5aと外筒5bとの間に弾性部材である筒状のゴム材5cを介装して構成され、その軸Xが、トランスバースリンク1のリンク軸線L1と直交し且つ車両前後方向となるように設定されている。

【0026】上記弾性ブッシュ5のゴム材5c中には、

上記リンク軸線L1が通過する位置（車幅方向位置）であって、軸Xを挟んだ両側位置にそれぞれ中間板30が介装されている。また、軸Xを挟んだ上下方向（上記リンク軸線L1に直交する方向）に位置するゴム材5cの部分にはそれぞれスグリ31が形成されている。ここで、上記ゴム材5cは、リンク軸線L1方向以外の剛性が低くなるように、剛性の低い素材から構成されている。また、上記中間板30は剛性部材を構成し、上記ゴム材5cよりも剛性の高い素材から構成されている。

【0027】また、コンプレッションロッド2は、図1に示すように、その車輪側端部2aがボールジョイント6を介してナックルスピンドル4の下部に連結して、略車両前後方向後方に延び、車体側端部2bを、弾性ブッシュ20を介して車体側部材（不図示）に連結している。こちらのボールジョイント6の構成は、コンプレッションロッド2に形成されたソケット部に下側から球状案内部が嵌め込まれ、当該球状案内部から下方に突出するネジ部が、ナックルスピンドル4の下部が連結している。このように、上記トランスバースリンク1のボールジョイント3とコンプレッションロッド2のボールジョイント6の上下方向の配置を逆にすることで、両者1、2の車輪側端部1a、2aの高さをほぼ同じ高さに設定しても、トランスバースリンク1の車輪側取付け点P1よりもコンプレッションロッド2の車輪側取付け点P3の方が上方に配置されている。ここで、コンプレッションロッド2の車体側取付け点P4の高さは、上記車輪側取付け点P3と略同じ高さ若しくは当該車輪側取付け点P3よりも高く設定されている。このような構成を採用することで、オーバーハングの短縮を実現しながら、バウンド時のホイールセンタ軌跡を後下がりにつくことが出来て、突起乗り越え時の衝撃をいやすことが出来、乗り心地の向上に繋がる。

【0028】ここで、上記ボールジョイント3、6の配置の違いによって、トランスバースリンク1の車輪側取付け部1aは後述のように揺動しやすいが、コンプレッションロッド2の車輪側端部2aはさほど揺動せず、後述のような転舵規制時に、コンプレッションロッド2の車輪側端部2aの揺動は小さい。上記コンプレッションロッド2の車体側端部（車体側取付け部2b）に設けられる弾性ブッシュ20は、図5に示すように、同軸に配置された内筒20bと外筒20aとの間に、弾性部材である円筒状のゴム材20cが介装されて構成され、その軸を上下に向けた状態で配置されている。

【0029】また、平面視において、上記ゴム材20cにおける、上記コンプレッションロッド2のリンク軸線L2が通過する位置に対し、上記弾性ブッシュ20の軸を挟んで一対のスグリ21が形成されている。ここで、本実施形態では、弾性ブッシュ20の径方向の剛性を高く設定するために、上記ゴム材20cとして剛性の高い材料を使用している。

【0030】また、上記コンプレッションロッド2の延在方向途中位置には、図6に示すように、略車両前後方向後方に突出する第1ストッパ部材22が設けられている。また、上記ナックルスピンドル4の後面（ナックルアーム9の後面）には、上記第1ストッパ部材22の先端に当接可能なストッパ受面23aを備えた第2ストッパ部材23が設けられている。本実施形態では、第2ストッパ部材23として断面L形状の部材を例示している。また、上記第1ストッパ部材22は、突出方向が上記リンク軸線L2に直交すると共に先端部の位置が上記リンク軸線L2上若しくはその近傍に位置するように設定されて、転舵規制時に不要なモーメントがコンプレッションロッド2に作用することを防止している。

【0031】上記第1及び第2ストッパ部材22、23を設けることで、車輪が転舵するにしたがって、相対的に、第1ストッパ部材22と第2ストッパ部材23とが接近し、図5のように、第1ストッパ部材22の先端部が第2ストッパ部材23のストッパ受面23aに当接することで、最大切れ角が規制されるようになっている。

【0032】また、上記トランスバースリンク1における車輪に近い位置に、図2のように、ショックアブソーバ7の下部が連結している。ショックアブソーバ7は、上方に延び上端部が車体側部材に支持されている。そのショックアブソーバ7の上部にサスペンションスプリング8が取り付けられている。すなわち、サスペンションスプリング8の下部は、ショックアブソーバ7を介してトランスバースリンク1に連結している。

【0033】上記ショックアブソーバ7下部のトランスバースリンク1への取付け点P2は、図2に示されるように、車両前後方向からみて当該トランスバースリンク1のリンク軸線L1よりも上方にδだけオフセットするように配置されている。但し、平面図である図6及び車幅方向からの模式図である図7に示すように、非転舵状態にあつては、ショックアブソーバ7の軸Sは、上記リンク軸線L1を通過するように設定されている。

【0034】また、上記トランスバースリンク1における上記ショックアブソーバ連結位置よりも車幅方向内側位置に、図1及び図8に示すように、スタビライザ33の端部がコンロッド34を介して連結している。上記スタビライザ33は、略車幅に延在する中央部33Aと、その中央部33Aの両端部からそれぞれ車両前後方向後方に延びる一対の足部33Bとから構成されている。上記中央部33Aにおける左右両端部近傍は、ブラケット35によって、軸回転自在な状態で車体側部材に支持されている。また、上記各足部33Bの先端部は、それぞれスタビライザ33の端部33aを構成し、該先端部に対し、コンロッド34の上端部がボールジョイント35によって連結している。該コンロッド34は、下方に延在し、その下端部を、ボールジョイント36を介してトランスバースリンク1に連結している。

【0035】なお、上記ナックルスピンドル4から車両前後方向後方にナックルアーム9が突設し、そのナックルアーム9の先端部にステアリング装置のタイロッド

(図1中の符号10)が連結している。また、図1中、符号11は、Aアームからなるアップリンクであって、その車輪側端部11aが、ナックルスピンドル4から上方に延設された延設部12の上端部にボールジョイント13を介して連結している。

【0036】また、上記ボールジョイント3の配置位置よりも車幅方向外方には、図2に示すように、ブレーキ装置のディスクロータ17が配置されている。符号18はタイヤが取り付けられるホイールを示す。次に、上記構成のフロントサスペンション構造の作用・効果等について図面を参照しつつ説明する。

【0037】最初に、トランスバースリンク1の車輪側取付け部(弾性ブッシュ5)に関する作用・効果等について説明する。トランスバースリンク1と車体側部材とを連結する弾性ブッシュ5は、トランスバースリンク1のリンク軸線L1方向の剛性が中間板30によって高く設定されると共に、上下方向の剛性が、スグリ31によって特に低く設定されている。

【0038】つまり、トランスバースリンク1に作用する横方向荷重及び転舵時のこじり変形は、弾性ブッシュ5に対し、トランスバースリンク1のリンク軸線L1方向の力として作用して、上記中間板30を介装させた剛性の高い部分で主として受けることとなる。この結果、サスペンション横剛性を大きくすることができるために、操舵安定性が向上する。また、転舵時のこじり方向の剛性が高くなって、当該弾性ブッシュ5の転舵時のこじり方向のヒステリシスを小さく抑えることができるため、操舵感が向上する。

【0039】一方、上記弾性ブッシュ5について、上下方向にスグリ31を設けることで上下方向の剛性、トランスバースリンク1のストローク方向の剛性、及び車両前後方向の剛性が低く設定可能となつて、上記弾性ブッシュ5に関し、車輪がバウンド・リバウンドする際の乗り心地とロードノイズに対する防振性能を良好な状態にすることができる。

【0040】さらに、車輪転舵時を考えた場合、転舵外輪では、転舵につれて、車輪前側、つまりナックルスピンドル4の前側が車幅方向内側に引き込まれる。すると、図9に示すように、ナックルスピンドル4におけるホイールセンタWよりも前側に連結している、トランスバースリンク1の車輪側端部1aは、符号1Aのように、車両前後方向後方に変位する。これによって、トランスバースリンク1に下部が支持されているサスペンションスプリング8の下部も車両前後方向後方に変位して、当該サスペンションスプリング8の軸Sが、車幅方向からみて、下側にいくにつれて車両前後方向後方に向かうように傾斜する(図10参照)。この結果、サスペ

ンションスプリング8からトランスバースリンク1に作用する力F1に車両前後方向後方に向かう分力が発生し、該分力によって、トランスバースリンク1が車両前後方向後方に押される。このとき、トランスバースリンク1の車輪側取付け部1aは、ボールジョイント3でナックルスピンドル4と連結されているのに対し、車体側取付け部1bは弾性ブッシュ5で車体側部材に連結されているため、上記分力によって車体側取付け部1bが車両前後方向後方に変位して、図10中、符号1A'で示すように、トランスバースリンク1のリンク軸線L1の車体側が車両前後方向後方に変位する。

【0041】このため、制動時に作用する前後方向の力F4によって、トランスバースリンク1が、車体側取付け点P3を中心として車両前後方向後方に向けて回動変位しても、図11に示すように、車輪側取付け点の車幅方向内方への変位量が、非転舵時に比べて小さくなる。すなわち、転舵状態で制動を掛けた時にトーアウト方向(アンダーステア方向)のモーメントが発生する。ここで、図11中、L1が上記回動変位したリンク軸線を、L1'が非転舵時のリンク軸線を示す。

【0042】また、転舵内輪では、転舵につれて、車輪前側、つまりナックルスピンドル4の前側が車幅方向外側に回動することで、ナックルスピンドル4におけるホイールセンタWよりも前側に連結している、トランスバースリンク1の車輪側端部1aは、車両前後方向前方に変位する。これによって、トランスバースリンク1に下部が支持されているサスペンションスプリング8の下部も車両前後方向前方に変位して、当該サスペンションスプリング8の軸Sが、車幅方向からみて、下側にいくにつれて車両前後方向前方に向かうように傾斜する(図12参照)。この結果、サスペンションスプリング8からトランスバースリンク1に作用する力F1に車両前後方向前方に向かう分力が発生し、該分力によって、トランスバースリンク1が車両前後方向前方に押される。このとき、トランスバースリンク1の車輪側取付け部1aは、ボールジョイント3でナックルスピンドル4と連結されているのに対し、車体側取付け部1bは弾性ブッシュ5で車体側部材に連結されているため、上記分力によって車体側取付け部1bが車両前後方向前方に変位して、図12中、1A''のように、トランスバースリンク1のリンク軸線L1の車体側が車両前後方向前方に変位する。

【0043】このため、制動時に作用する前後方向の力F4によって、トランスバースリンク1が、車体側取付け点P3を中心として車両前後方向後方に向けて回動変位しても、図13に示すように、車輪側取付け点P1の車幅方向内方への変位量が、非転舵時に比べて大きくなる。すなわち、転舵状態で制動を掛けた時にトーイン方向(アンダーステア方向)のモーメントが発生する。ここで、図11中、L1が上記回動変位したリンク軸線

を、 $L1'$ が非転舵時のリンク軸線を示す。

【0044】すなわち、左右両輪とも、転舵状態において、制動による車両前後方向の力 $F4$ が作用するとアンダーステア方向のモーメントが発生して、転舵時における走行安定性が向上する。なお、トランスバースリンク1の車輪側取付け点 $P1$ は、ボールジョイント3のピボット点（回転中心）の位置であるので、後述のようにサスペンションスプリング3の反力 $F1$ でトランスバースリンク1の車輪側端部1aが揺動しても上記制動時アンダーステアの効果に悪影響はない。また、上記説明では、車両旋回を例に取っているが、路面の凹凸によって左右輪の一方が転舵した場合であっても同様である。

【0045】さらに、車両旋回時においては、旋回外輪側では車輪がバウンド、つまりトランスバースリンク1が上側に向けてストロークすると共に、旋回内輪側では車輪がリバウンド、つまりトランスバースリンク1が下側に向けてストロークして、スタビライザ33にねじれが生じ、スタビライザ反力 $F3$ が各トランスバースリンク1に入力される。なお、上記スタビライザ反力 $F3$ は、旋回外輪側では下向きの力であり、旋回内輪側では上向きの力である。

【0046】このとき、スタビライザ33の端部33aは、図14に示すように、車幅方向からみて、車輪のバウンド・リバウンドにつれて、車体側支持点（ブラケット35の位置）を中心に上側若しくは下側にストロークして、車両前後方向前側に引き込まれる。つまり、スタビライザ33の端部33aに連結されるコンロッド34の上端部が、旋回外輪側であっても旋回内輪側であっても車両前後方向前側に変位して、スタビライザ33の力を伝達するコンロッド34の軸 Y は、下側に向かうにつれて車両前後方向後方に向かうように傾く。

【0047】そして、車輪がバウンドした外輪側では、トランスバースリンク1へのスタビライザ33の反力 $F3$ が下向きの力であるので、図10に示すように、上述のように後下がり方向の力としてトランスバースリンク1に作用することで、トランスバースリンク1の車輪側取付け点が車両前後方向後方に変位して、上述と同様に、車両旋回時に制動が掛かった際に、トーアウト方向（アンダーステア方向）のモーメントが発生する（図11参照）。また、車輪がリバウンドした内輪では、トランスバースリンク1へのスタビライザ33の反力が上向きの力であるので、図12に示すように、前上がり方向の力としてトランスバースリンク1に作用することで、トランスバースリンク1の車輪側取付け点が車両前後方向前方に変位して、車両旋回時に制動が掛かった際に、トーイン方向（アンダーステア方向）のモーメントが発生する（図13参照）。

【0048】すなわち、本実施形態では、サスペンションスプリング8の反力 $F1$ と一緒に、スタビライザ33の反力 $F3$ によっても、旋回時に制動が掛かるとアンダ

ステア方向のモーメントが発生してより走行安定性が向上する。ここで、上記実施形態では、トランスバースリンク1の車体側取付け部1bに設けた弾性ブッシュ5について、中間板30を設けることでリンク軸線 $L1$ 方向の剛性が一番高くなるようにすると共に、スグリ31によって上下方向の剛性が一番引くように設定しているが、これに限定されない。

【0049】例えば、スグリ31を設けることなく中間板30の厚さを厚くしたり、逆に中間体30を設けることなくスグリ31を大きくすると共にゴム材5cの剛性を高めに設定しても良い。これによっても、上記と同様な効果を得る。なお、剛性部材は、中間板30のような板材に限定されるものではなく、また、複数の剛性部材を介装しても良い。

【0050】また、上記リンク軸線 $L1$ 方向の剛性を高くする手段は、上記構成に限定されるものではなく、例えば、内筒5aと外筒5bとの間に介装されるゴム材5cについて、円周方向に沿って複数のゴム材を使用し、リンク軸線 $L1$ 方向のゴム材として剛性の高いゴム材を使用することで、当該リンク軸線 $L1$ 方向の剛性を高く設定しても良い。または、外筒部5bを楕円形状として、上記リンク軸線 $L1$ 方向の径を小さくすることで、剛性を高く設定しても良い。

【0051】また、上記スタビライザ33とサスペンションスプリング8との両方が共にトランスバースリンク1に連結している必要はなく、少なくとも一方がトランスバースリンク1に連結されていればよい。次に、トランスバースリンク1の車輪側取付け部に関する作用・効果等について説明する。

【0052】まず、トランスバースリンク1とナックルスピンドル4とを連結するボールジョイント3の構成を、上方に開口したソケット部3aに対し球状案内部3bを上側から嵌合した構成とすることで、ショックアブソーバ7から入力される下向きの反力 $F1$ によって、ソケット部3aから球状案内部3bが抜けることが防止されて、ボールジョイント3を必要以上に大型化する必要がない。またこのことは、ボールジョイント3の揺動角を小さく規制する必要もなく、且つソケット部3aと球状案内部3bの間のプリロードも必要以上に増加させる必要がない。

【0053】しかも、ソケット部3aをナックルスピンドル4側に設けているので、ロアアームのうち横力を主として受けるトランスバースリンク1については、リンク軸線 $L1$ の車輪側位置が高くなることも防止される。つまり、トランスバースリンク1の車輪側端部1cを高く設定しても、当該トランスバースリンク1のリンク軸線 $L1$ とアップリンク11との間の上下距離が狭くなることが防止される。すなわち、アップリンク11若しくはホイールセンタ W とロアリンクとの間に所要のスペンが確保される結果、目的の横剛性が確保される。

【0054】また、上記構成にあつては、ソケット部3aがナックルスピンドル4に設けられているので、トランスバースリンク1の車輪側端部1aの位置よりも、ボールジョイント3の回転中心P1を、下側且つ車幅方向外方に配置できる。このため、トランスバースリンク1自体の長さよりもロアリンクのリンク長を長く設定することができたり、トランスバースリンク1の車輪側端部1aの位置とオフセットさせてナックルスピンドル4への連結点(P1)を設定することができるなど、リンク配置の設計自由度が向上する。

【0055】さらに、制動時に発熱するディスクロータ17とボールジョイント3との間にナックルスピンドル4が介在する配置構成となるので(図2参照)、ボールジョイント3にダストカバー19を設けても、当該ダストカバー19は、ディスクロータ17の熱から保護され、耐久上、有利である。また、上記サスペンションスプリング8からの反力F1に対するボールジョイント3での受圧部Rが、図15に示すように、ソケット部3aの下部と球状案内部3bの下部と間となる結果、当該受圧部Rが転舵時における回転軸Q上若しくはその近傍に配置される。したがって、モーメントの腕が小さくなって、ボールジョイント作動時の当該ボールジョイント3でのフリクションが小さくなる。

【0056】このとき、トランスバースリンク1の車輪側端部1cが、ボールジョイント3の回転中心P1に対し上方に δ だけオフセットして配置される結果、当該トランスバースリンク1の車輪側端部1cが上記回転中心P1を中心として車両前後方向に揺動しやすくなる。これに対し、本実施形態のフロントサスペンション構造にあつては、ショックアブソーバ7から取付け点P1、つまりサスペンションスプリング8からの反力F1の入力点P1を、トランスバースリンク1のリンク軸線L1から上方にオフセットさせて配置した結果、上記揺動を上記反力F1によって積極的に規制できるようになっている。

【0057】そして、車輪が非転舵状態では、ショックアブソーバ7の軸Sが上記リンク軸線L1を通過するように設計してあることから、上記のようにオフセットしてあつても、サスペンションスプリング8からの反力F1によってトランスバースリンク1は、リンク軸線L1を通過する方向に付勢される結果(図2及び図7参照)、トランスバースリンク1の車輪側端部1aが車両前後方向に揺動することが抑えられる。

【0058】上記状態から車輪が転舵した場合を考えると、転舵内輪では、図16及び図17に示すように、トランスバースリンク1の車輪側取付け点が車両前後方向前側に変位する結果、サスペンションスプリング8の反力F1の向きがリンク軸線L1の前側を通過するように変位し、上記反力F1によって、図18に示すように、トランスバースリンク1の車輪側端部1aは、ボールジ

ョイント3の回転中心P1周りに車両前後方向前側に揺動して、コンプレッションロッド2の車輪側端部2aから離れる。

【0059】ここで、上記のような挙動は、更に転舵時にサスペンションスプリング8の軸が傾くこととなる結果、前述のトランスバースリンク1の車体側取付け点の転舵内輪側の効果を向上することに繋がる。なお、符号P'、L1'、S'は、それぞれ非転舵状態のときの、ボールジョイント3の回転中心、リンク軸線の位置、及びショックアブソーバの軸を表す。以下同様である。

【0060】一方、転舵外輪では、図19及び図20に示すように、トランスバースリンク1の車輪側取付け点が車両前後方向後側に変位する結果、サスペンションスプリング8の反力F1の向きがリンク軸線L1の後側を通過するように変位し、上記反力F1によって、図21に示すように、トランスバースリンク1の車輪側端部1aは、ボールジョイント3の回転中心P1周りに車両前後方向後側に揺動して、ナックルスピンドル4に設けたナックルストッパ14から離れる方向に揺動する。

【0061】ここで、上記のような挙動は、更に転舵時にサスペンションスプリング8の軸が傾くこととなる結果、前述のトランスバースリンク1の車体側取付け点の転舵外輪側の効果を向上することに繋がる。ここで、上記トランスバースリンク1の車輪側端部1aの揺動は、車幅方向からみて、ボールジョイント3の回転中心P1を中心として車両前後方向に生じるが、平面視においては、車体側取付け点P3を中心に車両前後方向に変位するため、図16及び図19から分かるように、転舵内輪であっても転舵外輪であっても、リンク軸線L1が車両前後方向の一方に傾く分だけ車両前後方向内側に若干向かいつつ車両前後方向に揺動する。すなわち、例えば、転舵内輪では、図16に示すように、ナックルアームストッパ14側に揺動させるものの、ナックルストッパ14は車幅方向外方に変位しており、一方、トランスバースリンク1の車輪側端部1aは若干車幅方向内方に向けて変位する。このため、転舵内輪においてトランスバースリンク1の車輪側端部1aを車両前後方向前側に変位させても、ナックルストッパ14には衝突しない。転舵外輪でも、図19から分かるように同様である。

【0062】次に、コンプレッションロッド側の作用効果について説明する。車輪を転舵すると、コンプレッションロッドは、車体側取付け点P4を中心として車両前後方向に揺動するが、当該コンプレッションロッド2と車体側部材とを連結する弾性ブッシュ20の軸を上下に向けているので、当該弾性ブッシュ20に作用する力は当該弾性ブッシュ20を捻る方向(略軸回転方向)の力として作用するので、軸を水平方向に向けた場合に比べてヒステリシスが小さくなって操舵感が向上する。

【0063】また、旋回内輪を考えた場合には、車輪の転舵につれてコンプレッションロッド2はナックルア

ム9に接近し、フル転舵状態となると、コンプレッションロッド2の第1ストッパ部材22が、ナックルスピンドルに設けた第2ストッパ部材23のストッパ受面23aに当接して転舵が規制される。上記第1ストッパ部材22及び第2ストッパ部材23を介して、ナックルスピンドル4にコンプレッションロッド2が当接すると、コンプレッションロッド2の車体側取付け部2bに対し、リンク軸線L2に直交する方向であって車両前後方向前方に向かう反力F2が入力される。このとき、コンプレッションロッド2の車体側取付け部2bに設けられる弾性ブッシュ20は、軸を上下に向けているので径方向で上記反力F2を受けることとなり、軸方向で上記反力F2を受ける場合に比べて、上記反力F2に対する剛性が高くなっている。

【0064】特に弾性ブッシュ20の径方向の剛性については、ゴム材20cの剛性を高く設定すると共にリンク軸線L2が通過する位置にスグリ21を形成することで、上記反力F2方向（リンク軸線L2に直交する方向）の剛性が一番高くなるように設定されているので、弾性ブッシュ20は、上記反力F2に対する剛性が特に高くなっている。この結果、転舵規制時におけるコンプレッションロッド2の車体側取付け部2bの揺動量が小さくなる、つまりコンプレッションロッド2がナックルスピンドル4に当接した後の車輪の転舵量（揺動量）を小さく抑えることができる。したがって、その分、コンプレッションロッド2がナックルスピンドル4に当接することで規制される最大切り角を大きく設定可能となる。このことは、車両の最小回転半径を小さくすることに繋がる。

【0065】また、上述のように弾性ブッシュ20のゴム材20cの剛性を高く設定しても、スグリ21を設けることで、弾性ブッシュ20のリンク軸線L2方向の剛性を低くすることができる。この結果、路面の不整などで、車輪からのリンク軸線L2方向の入力がコンプレッションロッド2にあっても、その際の車体側への振動伝達を低減できることで、乗り心地の向上に繋がる。

【0066】ここで、上記実施形態では、コンプレッションロッド2の車体側取付け部2bに設けた弾性ブッシュ20について、スグリ21を設けることで上記転舵規制時の反力F2方向の剛性が一番高くなるように設定しているがこれに限定されない。例えば、ゴム材20cの剛性を低く設定すると共に、反力F2方向、つまり、径方向であってリンク軸線L2に直交する方向に位置するゴム材20c中に中間板を介装することで、当該反力F2方向の剛性を高くするように設定しても良い。上記中間板は、剛性部材であって、例えば鉄などの金属からなっており、ゴム材20cよりも剛性の高い部材で構成する。

【0067】このように弾性ブッシュ20を構成すると、リンク軸線L2方向の剛性とは独立して、上記転舵規制時の反力F2が入力される方向の剛性を高く設定可

能となって、上記と同様な作用、効果を発揮する。また、このように弾性ブッシュ20のゴム材20cの剛性とは独立して上記反力F2に対する剛性を高く設定しているため、上記のように弾性ブッシュ20のゴム材20c自体の剛性を低く設定することで、路面の不整などで車輪からのリンク軸線L2方向の入力がコンプレッションロッド2にあっても、その際の車体側への振動の伝達を低減できることで、乗り心地の向上に繋がる。

【0068】なお、剛性部材は、中間板のような板材に限定されるものではなく、また、複数の剛性部材を介装しても良い。また、上記反力F2方向の剛性を高くする手段は、上記構成に限定されるものではなく、例えば、内筒20bと外筒20aとの間に介装されるゴム材20cについて、円周方向に沿って複数のゴム材20cを使用し、リンク軸線L2に直交する方向のゴム材20cとして剛性の高いゴム材20cを使用することで、当該リンク軸線L2に直交する方向の剛性を高く設定しても良い。または、外筒部20aを楕円形状として、上記反力F2方向の径を小さくすることで、剛性を高く設定しても良い。

【0069】また、上記実施形態では、ショックアブソーバ7にサスペンションスプリング8が取り付けられている場合を例示しているが、ショックアブソーバ7と、コイルスプリング8などからなるサスペンションスプリング8とが別置き形式のフロントサスペンション構造であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく実施形態に係るフロントサスペンション構造を示す斜視図である。

【図2】本発明に基づく実施形態に係るトランスバースリンク及びナックルスピンドルの連結を示す車両前後方向からみた図である。

【図3】本発明に基づく実施形態に係るトランスバースリンクの弾性ブッシュを示す図である。

【図4】図3におけるA-A断面図である。

【図5】本発明に基づく実施形態に係るコンプレッションロッドの弾性ブッシュを示す図である。

【図6】本発明に基づく実施形態に係る非転舵時におけるロアリンクの配置を示す平面図である。

【図7】本発明に基づく実施形態に係る非転舵時における2本のロアリンクの車輪側端部の関係を示す車幅方向からみた図である。

【図8】本発明に基づく実施形態に係るスタビライザとトランスバースリンクとの連結を示す平面図である。

【図9】車輪の転舵とトランスバースリンクの車輪側取付け点との関係を示す模式図である。

【図10】転舵外輪側の挙動を示す模式図である。

【図11】転舵外輪側の制動時の作用を説明する模式図である。

【図12】転舵内輪側の挙動を示す模式図である。

【図 1 3】 転舵内輪側の制動時の作用を説明する模式図である。

【図 1 4】 スタビライザ端部の挙動を説明する車幅方向からみた模式図である。

【図 1 5】 本発明に基づく実施形態に係る受圧部と回転軸との関係を示す図である。

【図 1 6】 本発明に基づく実施形態に係る転舵内輪のロアリンクの配置を示す平面図である。

【図 1 7】 本発明に基づく実施形態に係る転舵内輪の挙動を示す車幅方向からみた図である。

【図 1 8】 本発明に基づく実施形態に係る転舵内輪におけるトランスバースリンクの車輪側端部の挙動を示す車幅方向からみた図である。

【図 1 9】 本発明に基づく実施形態に係る転舵外輪のロアリンクの配置を示す平面図である。

【図 2 0】 本発明に基づく実施形態に係る転舵外輪の挙動を示す車幅方向からみた図である。

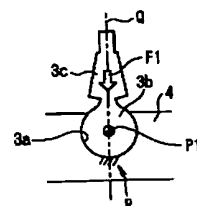
【図 2 1】 本発明に基づく実施形態に係る転舵外輪におけるトランスバースリンクの車輪側端部の挙動を示す車幅方向からみた図である。

【符号の説明】

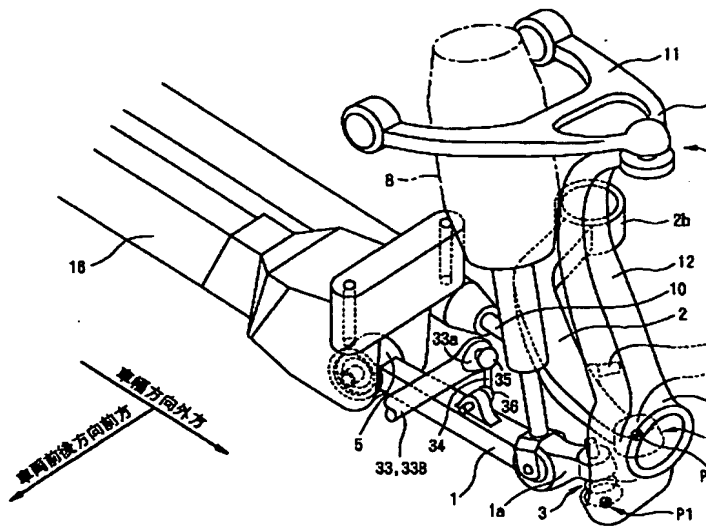
- 1 トランスバースリンク（ロアリンク、横方向リンク）
 - 1 a 車輪側端部
- 2 コンプレッションロッド（ロアリンク、前後方向リンク）
- 3 ボールジョイント
 - 3 a ソケット部
 - 3 b 球状突内部
 - 3 c ネジ部（突出部）
- 4 ナックルスピンドル（車輪支持部材）
- 5 弾性ブッシュ
 - 5 a 内筒
 - 5 b 外筒
 - 5 c ゴム材（弾性部材）
- 6 ボールジョイント
- 7 ショックアブソーバ
- 8 サスペンションスプリング
- 9 ナックルアーム
- 1 0 タイロッド

- 1 1 アップパリンク
- 1 2 延設部
- 1 3 ボールジョイント
- 1 6 車体側部材
- 1 7 ディスクロータ
- 1 8 ホイール
- 1 9 ダストカバー
- 2 0 弾性ブッシュ
 - 2 0 a 外筒
 - 2 0 b 内筒
 - 2 0 c ゴム材（弾性部材）
- 2 1 スグリ
- 2 2 第 1 ストップ部材
- 2 3 第 2 ストップ部材
 - 2 3 a ストップ受面
- 3 0 中間板（剛性部材）
- 3 1 スグリ
- 3 3 スタビライザ
- 3 4 コンロッド
- L 1 トランスバースリンク 1 のリンク軸線
- L 2 コンプレッションロッドのリンク軸線
- P 1 トランスバースリンク 1 のボールジョイントの回転中心（車輪側取付け点）
- P 2 ショックアブソーバ下部の取付け点（反力入力点）
- P 3 コンプレッションロッドの車輪側取付け点
- P 4 コンプレッションロッドの車体側取付け点
- X 弾性ブッシュ 5 の軸
- Y スタビライザの軸
- S ショックアブソーバの軸
- Q 転舵時の回転軸
- R 受圧部
- L 1' 非転舵時のリンク軸線
- P 1' 非転舵時のボールジョイントの回転中心
- S' 非転舵時のショックアブソーバの軸
- δ オフセット量
- F 1 サスペンションスプリングの反力
- F 2 反力
- F 3 スタビライザ反力
- F 4 制動時の入力

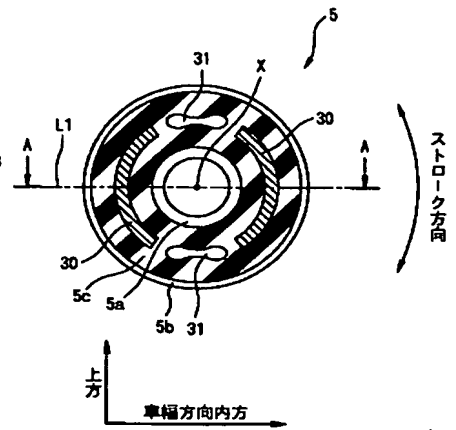
【図 1 5】



【図 1】

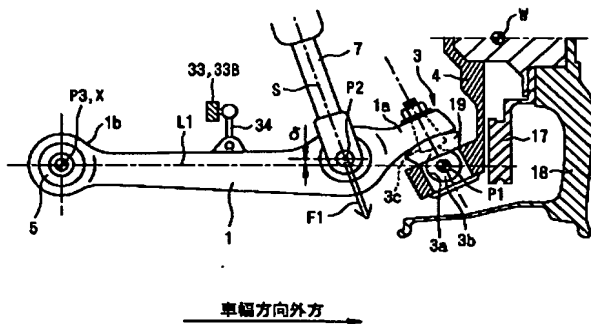


【図 3】

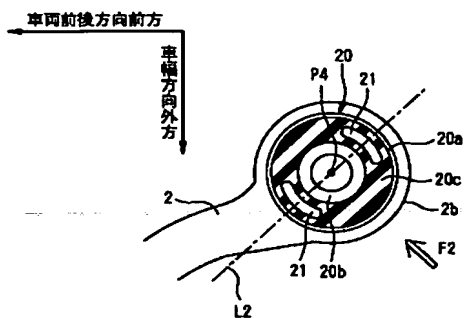


【図 7】

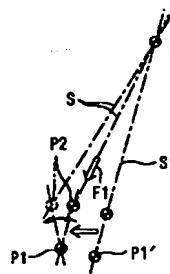
【図 2】



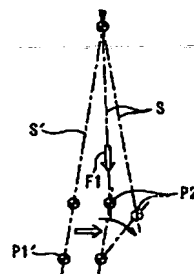
【図 5】



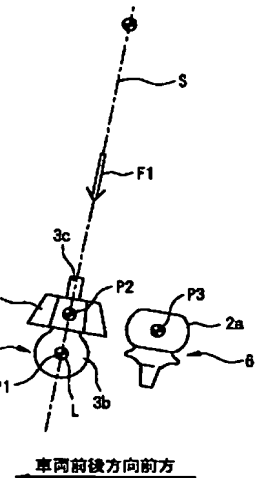
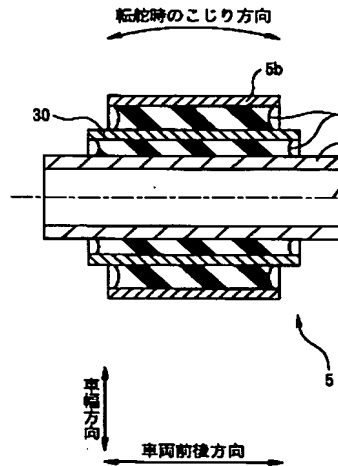
【図 17】



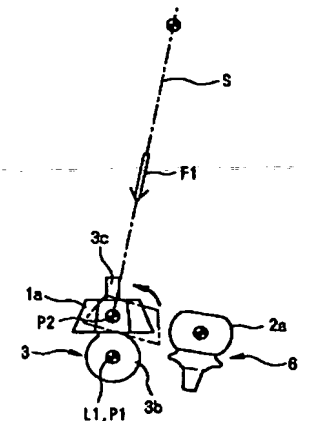
【図 20】



【図 4】



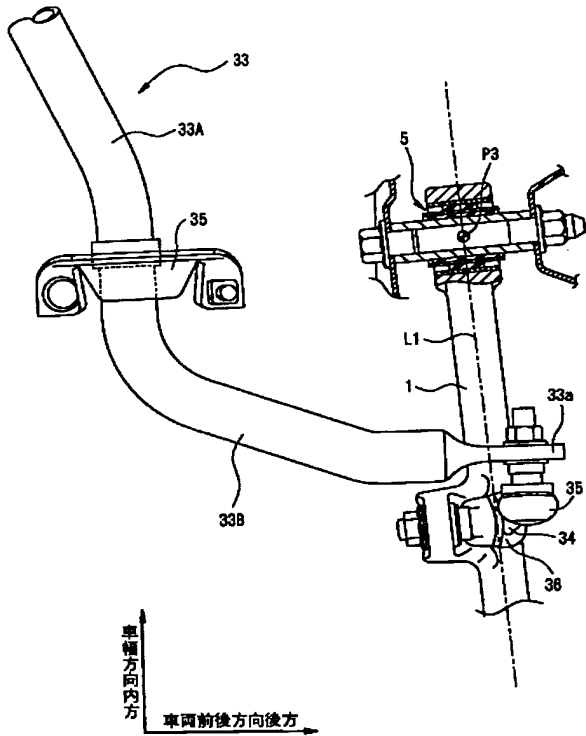
【図 18】



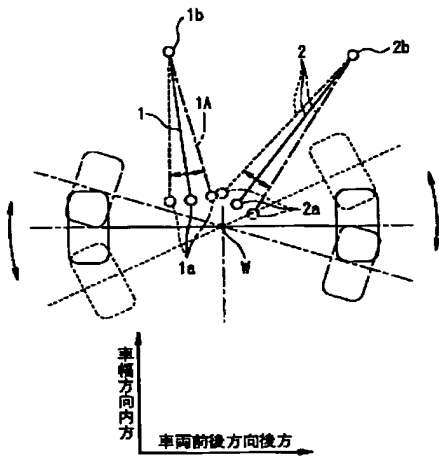
【図 6】



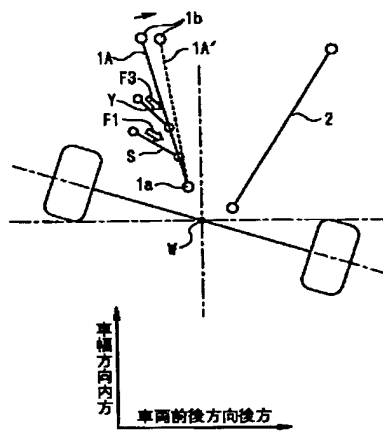
【图8】



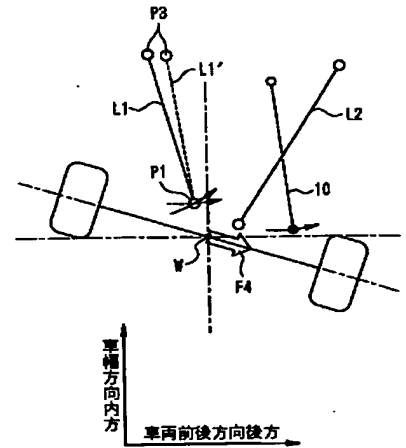
【図 9】



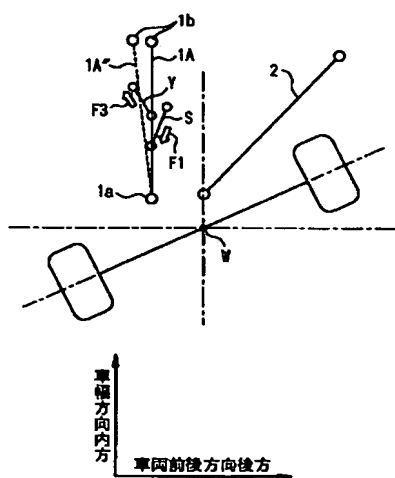
【図 10】



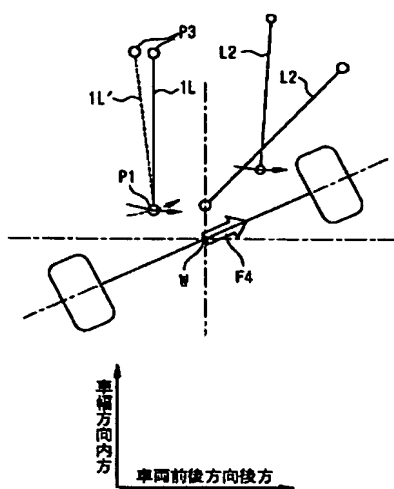
【図 1 1】



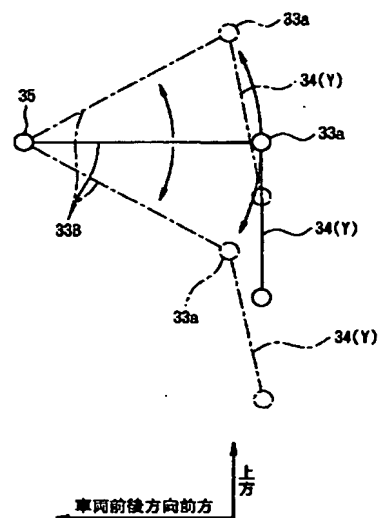
【图 12】



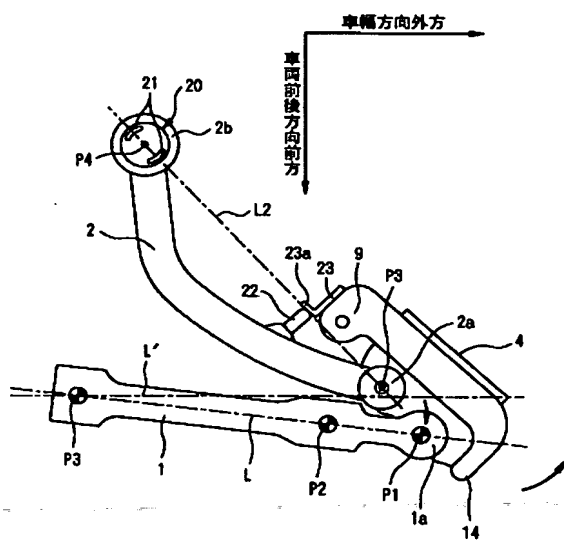
【图 13】



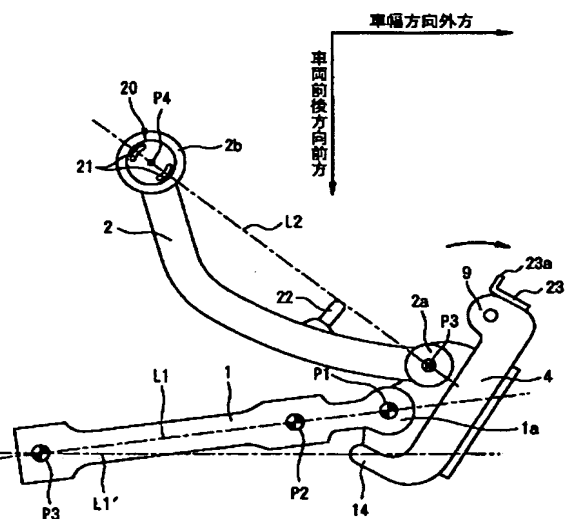
【图 1 4】



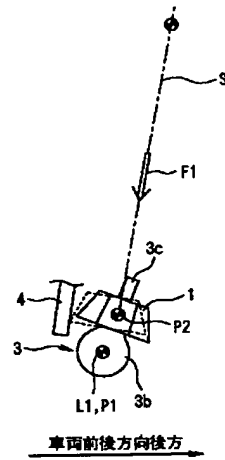
【図 16】



【図 19】



【図 2 1】



フロントページの続き

(72)発明者 原田 宏丈
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内

F ターム(参考) 3D001 AA12 BA32 CA01 DA04 DA08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)